

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 44 722 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 21 D 37/00
B 21 D 37/18
B 30 B 15/02

②① Aktenzeichen: 199 44 722.5
②② Anmeldetag: 17. 9. 1999
④③ Offenlegungstag: 12. 4. 2001

DE 199 44 722 A 1

⑦① Anmelder:
Panknin, Walter, Prof.Dr.-Ing., 73035 Göppingen,
DE; Hoffmann, Hartmut, Prof. Dr.-Ing., 74206 Bad
Wimpfen, DE; Hoogen, Michael, Dr.-Ing., 82008
Unterhaching, DE

⑦④ Vertreter:
Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München

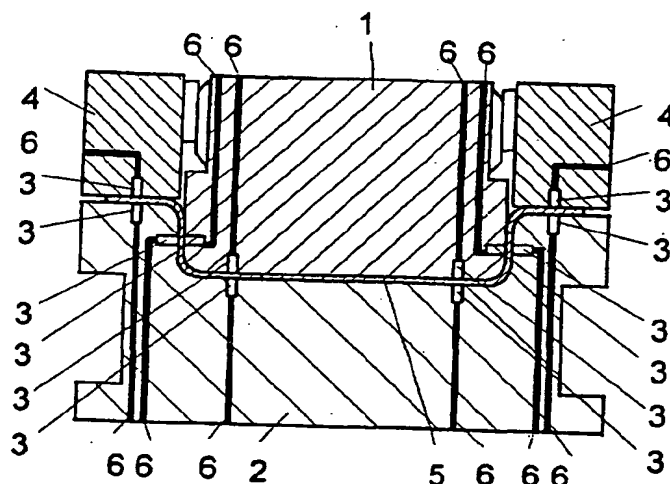
⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 19 46 151 B2
DE 39 03 134 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Umformwerkzeug
- ⑤⑦ Gegenstand der Erfindung ist ein Umformwerkzeug für die Umformung von umformbaren metallischen Werkstoffen, wobei das Umformwerkzeug mindestens ein Formwerkzeugteil 1, 2 mit einer die Form des umgeformten Werkstoffs bestimmenden Formoberfläche aufweist und mindestens eine in die Formoberfläche mündende Zuleitung 6, für die der Transport eines Schmierstoffes vorgesehen ist.



DE 199 44 722 A 1

Die Umformung von umformbaren metallischen Werkstoffen erfolgt in der Regel mit einem Umformwerkzeug, das im wesentlichen entweder aus zwei Formwerkzeughälften (Stempel und Matrize) besteht, die starr oder/und nachgiebig sein können, z. B. beim Tiefziehen oder aus einer oder zwei Formwerkzeughälften und Wirkmedien (Sand, Stahlkugeln, Flüssigkeit) besteht z. B. beim Innenhochdruckumformen oder aus einer oder zwei Formwerkzeughälften und Wirkenergie (Magnetfeld) besteht z. B. beim Magnetumformen. Weitere Werkzeugkonzepte zur spanlosen Umformung von Werkstoffen können folgenden Literaturstellen entnommen werden:

Lange, K.: Umformtechnik Band 1-4 Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984

Pa. Schuler: Handbuch der Umformtechnik Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1996.

Formwerkzeughälften, Wirkmedien und Wirkenergie befinden sich während der Umformung in Kontakt mit dem umzuformenden Werkstoff und üben dabei eine Kraft aus, die die Formänderung des Werkstoffes bewirkt. Die Geometrie der Formänderung wird durch die Formwerkzeughälften bestimmt. Während der Umformung kommt es zu einer Relativbewegung zwischen dem umzuformenden Werkstoff und den Formwerkzeughälften. Dabei entstehen bei Anlage des umzuformenden Werkstoffes an den Formwerkzeughälften Reibungskräfte. Durch diese Reibungskräfte zwischen dem umzuformenden Werkstoff und den Formwerkzeughälften kann der Werkstofffluß während der Umformung gesteuert werden. Wenn die Reibungskräfte zu hoch werden, bilden sich Falten im Werkstoff aufgrund von Aufstauchungen und/oder das Formänderungsvermögen des umzuformenden Werkstoffes wird lokal überschritten. Es kommt dabei zu Rissen im umzuformenden Werkstoff, Werkstoffabrieb und Aufschweißungen des umzuformenden Werkstoffes auf der Formwerkzeugoberfläche. Aufgrunddessen entsteht ein Ausschußteil. Die Reibungskräfte können durch das Auftragen von Schmierstoffen (Öle, Wachse, Graphite etc.) auf den umzuformenden Werkstoff oder die Formwerkzeughälften vermindert werden. Dadurch werden die auftretenden Reibungskräfte reduziert und der Werkstofffluß in dem Formwerkzeug unterstützt. Die lokale Formänderung an Stellen, an denen hohe Reibungskräfte auftreten, wird reduziert und die Gefahr des Reißen des umzuformenden Werkstoffes vermindert. Während des Umformvorgangs besteht die Möglichkeit, daß der Schmierstofffilm durch die Berührung und Relativbewegung zwischen umzuformenden Werkstoff und Formwerkzeughälfte abreißt. In diesem Fall werden die Reibungskräfte ab dem Zeitpunkt des Abrisses des Schmierstofffilms nicht mehr reduziert und die Gefahr des Reißen des umzuformenden Werkstoffes steigt stark an.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, Werkzeuge der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß in einfacher Weise die Aushärtung eines Schmierstofffilms während des Umformvorgangs gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Umformwerkzeug gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

So kann die Steuerung des Schmierstoffflusses beispielsweise auf die folgenden zwei Arten erfolgen. Die erste Möglichkeit besteht darin, daß ein kugelförmiger Körper die Öffnung an der Formwerkzeugoberfläche durch die Beaufschlagung mit einer Federkraft dicht abschließt. Wird der kugelförmige Körper formwerkzeugseitig mit einer Kraft beaufschlagt, die größer als die Federkraft ist, wird die Kugel von der Formwerkzeugoberfläche weggedrückt. Diese Kraft

kann z. B. durch den umzuformenden Werkstoff ausgeübt werden, der sich an der Formwerkzeugoberfläche beginnt anzulegen. Es entsteht ein Spalt zwischen dem kugelförmigen Körper und dem Rückhalteinsatz. Nun kann Schmierstoff entweder aus dem Behälter zur Formwerkzeugoberfläche oder von der Formwerkzeugoberfläche in den Behälter transportiert werden. Wenn Schmierstoff aus dem Behälter zur Formwerkzeugoberfläche transportiert werden soll, ist es notwendig, daß der Behälter mit Schmierstoff gefüllt ist und der Druck des Schmierstoffes in dem Behälter größer ist als der herrschende Druck in unmittelbarer Nähe der Öffnung an der Formwerkzeugoberfläche. Soll der Schmierstoff von der Formwerkzeugoberfläche abtransportiert werden, ist es notwendig, daß der Druck in dem Behälter geringer ist als der Druck an der Öffnung an der Formwerkzeugoberfläche. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn der Behälter z. B. mit einem Vakuum beaufschlagt ist, anstatt mit Schmierstoff gefüllt zu sein.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß in das Formwerkzeug eine Bohrung o. ä., wie z. B. ein Schlitz eingebracht wird, die mit einem Behälter in Verbindung steht. In diesem Fall wird der Zeitpunkt und die Richtung des Schmierstofftransports durch die Veränderung des Drucks in dem Behälter festgelegt. Die Veränderung des Drucks in dem Behälter kann durch einen gesteuerten Aktor (z. B. Pumpe) herbeigeführt werden. Die notwendigen Informationen zur Steuerung der Pumpe und damit des Drucks im Behälter kann z. B. von Sensoren geliefert werden, die in dem Formwerkzeug eingebracht wurden und die die Position des umzuformenden Werkstoff registrieren.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Auf dieser zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines zweifachwirkenden Ziehwerkzeugs im Vertikalschnitt,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines einfachwirkenden Ziehwerkzeugs im Vertikalschnitt,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Innenhochdruckumformwerkzeugs im Vertikalschnitt,

Fig. 4 eine Detailansicht des Werkzeugbereichs, das den Schmierstofftransport in die Umformzone und dessen Steuerung ermöglicht, basierend auf einer Feder und einer abdichtenden Kugel,

Fig. 5 eine Detailansicht des Werkzeugbereichs, das den Schmierstoffbereich in die Umformzone und dessen Steuerung ermöglicht, basierend auf einer Bohrung mit geringem Durchmesser und einem Druckbehälter mit variablem Druck, der von einem mit einer Steuerung versehenen Aktor gesteuert wird.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines zweifachwirkenden Ziehwerkzeugs im Vertikalschnitt. Es besteht aus den Formwerkzeughälften Stempel 1 und Matrize 2 in die jeweils an unterschiedlichen Stellen Öffnungen mit einem Mechanismus 3 angebracht sind, die den Transport und die Steuerung des Schmierstofffilms ermöglichen. Die Blechplatte 5 wird durch einen Niederhalter 4 festgehalten. Durch eine vertikale Abwärtsbewegung des Stempels 1 relativ zu dem Niederhalter wird die Blechplatte in die Vertiefung der Matrizen umgeformt und der in der Zeichnung dargestellte Zustand erreicht. Der Hin- und Abtransport von Schmierstoff in bzw. aus dem Werkzeug während des Umformvorgangs, also vor dem in Fig. 1 dargestellten Zustand wird durch Zuleitungen 6 ermöglicht.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines einfachwirkenden Ziehwerkzeugs im Vertikalschnitt. Gleiche Teile wie in Fig. 1 sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Der Stempel ist bei dem einfachwirkenden Tiefziehwerkzeug fest mit einer Platte 7 verbunden, die mit

Durchgangslöchern versehen ist, in denen sich Bolzen 8 vertikal auf- und ab bewegen können. Auf den Bolzen ist der Niederhalter 4 gelagert. In der Ausgangssituation wird der Niederhalter 4 mit Hilfe der Bolzen 8 so weit angehoben, bis sich die obere Fläche des Niederhalters mindestens auf gleicher Höhe mit der oberen Fläche des Stempels 1 befindet. Durch die Abwärtsbewegung der Matrize 2 wird die Blechplatte 5 zuerst zwischen den äußeren Randbereichen der Matrize und der oberen Fläche des Niederhalters 4 festgehalten. Bei weiterem Vordringen der Matrize werden die Bolzen 8 nach unten verdrängt und somit der Niederhalter 4 nach unten bewegt. Dadurch wird die Blechplatte 5 umgeformt, mit dem Vorteil gegenüber dem in Fig. 1 dargestellten Werkzeug, daß durch die steuerbare Verdrängung der Bolzen 8 und damit der damit verbundenen Abwärtsbewegung des Niederhalters eine gezielte Beeinflussung der Flächenpressung zwischen Blechplatte und Niederhalter bzw. äußerem Matrizenbereich ermöglicht wird. Nach der Abwärtsbewegung des Niederhalters ist der Umformvorgang abgeschlossen und der in Fig. 2 dargestellte Zustand ist erreicht. Wie in Fig. 1 sind an unterschiedlichen Stellen von Matrize und Stempel Öffnungen mit einem Mechanismus 3 angebracht, die den Transport und die Steuerung des Schmierstofffilms ermöglichen. Der Hin- und Abtransport von Schmierstoff in die Umformzone wird wie bei Fig. 1 durch Zuleitungen 6 ermöglicht.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform eines Innenhochdruckumformwerkzeugs im Vertikalschnitt nach dem Ende des Umformvorgangs. Zwischen der oberen Formwerkzeughälfte 1 und der unteren Formwerkzeughälfte 2 befindet sich ein umgeformter Hohlkörper 5 wie z. B. ein längsnahgeschweißtes oder nahtlos gezogenes Rohr, ein Strangpreßprofil oder eine Doppelplatte. Vor der Umformung des Hohlkörpers erfolgt zunächst das Befüllen des Innenraums des Hohlkörpers mit einem Umformmedium z. B. Öl-in-Wasser-Emulsion o. ä., das durch die zentrischen Bohrungen in Abdichtstempeln 9 eingeführt und anschließend unter Druck gesetzt wird. Die Abdichtstempel haben dabei die Aufgabe den Hohlkörper abzudichten und Werkstoff während der Umformung in die Umformzone nachzuschieben. Wie in Fig. 1 sind an unterschiedlichen Stellen von oberer und unterer Formwerkzeughälfte 1, 2 Öffnungen mit einem Mechanismus 3 angebracht, die den Transport und die Steuerung des Schmierstofffilms ermöglichen. Der Hin- und Abtransport von Schmierstoff in die Umformzone wird wie bei Fig. 1 durch Zuleitungen 6 ermöglicht.

Fig. 4 zeigt eine Detailansicht des Werkzeugbereichs, das den Schmierstofftransport in die Umformzone und dessen Steuerung ermöglicht, mit einem Mechanismus 3, basierend auf einer Feder 22 und einer abdichtenden Kugel 11. Die abdichtende Kugel 11 wird im Ruhezustand, so wie in Fig. 4 dargestellt, durch die Feder 22 gegen einen Rückhalteinsatz 33, der in die Oberfläche der Formwerkzeughälfte, z. B. Stempel 1, integriert ist, gedrückt und verhindert somit im Ruhezustand den Transport bzw. Abtransport von Schmierstoff an die bzw. von der Oberfläche der Formwerkzeughälfte. Durch die Beaufschlagung der Kugel 11 mit einer Kraft von seiten der Oberfläche der Formwerkzeughälfte, z. B. durch das Anlegen von umzuformendem Werkstoff an die Formwerkzeughälfte, wird die Kugel gegen die Federkraft von der Formwerkzeughälfte in Richtung des Formwerkzeuginnenen gedrückt, wodurch ein Spalt zwischen Kugel 11 und Rückhalteinsatz 33 entsteht. Durch diesen Spalt kann Schmierstoff über die Zuleitung 6 und einen Behälter 44 an die bzw. von der Oberfläche der Formwerkzeughälfte transportiert werden. Die Richtung des Schmierstoffflusses hängt von dem Druckunterschied zwischen dem Innenraum des Behälters und dem Druck an der Formwerkzeughälfte

che ab, sowie vom Inhalt des Behälters 44 (druckbeaufschlagter Schmierstoff oder Vakuum).

Fig. 5 zeigt eine Detailansicht des Werkzeugbereichs, das den Schmierstoffbereich in die Umformzone und dessen Steuerung ermöglicht, mit einem Mechanismus basierend auf einer Bohrung mit geringerem Durchmesser und einem Druckbehälter mit variablem Druck, der von einem mit einer Steuerung versehenen Aktor gesteuert wird. Im Gegensatz zu dem in Fig. 4 dargestellten Prinzip erfolgt bei dem in Fig. 5 dargestellten Prinzip die Steuerung des Schmierstoffflusses nicht über eine federbeaufschlagte Kugel, sondern durch die Veränderung des Druckes in dem Behälter 44, der durch einen Aktor 77, z. B. eine Pumpe hervorgerufen wird. Der Aktor wird selbst durch eine Steuerung 8 angesprochen, in der aufgrund von Erfahrungswerten während der Einarbeitungsphase Daten abgelegt wurden, die den Zeitpunkt und die Menge des zu transportierenden Schmierstoffs festlegen. Weiterhin können relevante Daten zur Steuerung des Schmierstofftransports durch Sensoren erhalten werden, die die Position des umzuformenden Werkstoffs im Umformwerkzeug aufnimmt (hier nicht dargestellt). Vorteil dieses Prinzips ist es, daß aufgrund des Wegfalls eines mechanischen Absperrmechanismus z. B. durch Kugel und Feder wesentlich geringere Bohrungsdurchmesser an der Oberfläche der Formwerkzeughälfte eingesetzt werden können und somit eine Reduzierung der Gefahr einer Oberflächenbeschädigung des umzuformenden Werkstoffs während dem Umformprozeß gewährleistet werden kann.

Patentansprüche

1. Umformwerkzeug für die Umformung von umformbaren metallischen Werkstoffen, wobei das Umformwerkzeug mindestens ein Formwerkzeugteil (1, 2) mit einer die Form des umgeformten Werkstoffs bestimmenden Formoberfläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine in der Formoberfläche mündende Zuleitung (6) für den Transport eines Schmierstoffes vorgesehen ist.
2. Umformwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zuleitung (6) eine Einrichtung (3) zur Steuerung des Transports des Schmierstoffes in die Umformzone und/oder aus der Umformzone vorgesehen ist.
3. Umformwerkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (3) ein Kugelventil mit einer gegen einen Sitz federbelasteten Kugel (11) aufweist, die im Ruhezustand in die Formoberfläche hineinragt und durch den gegen die Formoberfläche gedrückten Werkstoff den Schmierstofftransport freigebend aus dem Sitz gedrückt wird.
4. Umformwerkzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung einen mit der Zuleitung (6) verbundenen Schmierstoffbehälter (44) mit veränderbarem Innendruck aufweist.
5. Umformwerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein entsprechend dem Verlauf des Umformvorgangs programmgesteuerter Aktor (77) zur Erzeugung des Druckes im Schmierstoffbehälter (44) vorgesehen ist.
6. Umformwerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aktor (77) zur Erzeugung des Drucks im Schmierstoffbehälter vorgesehen ist, der über die Position des umzuformenden Werkstoffs im Umformwerkzeug aufnehmende Sensoren gesteuert

wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

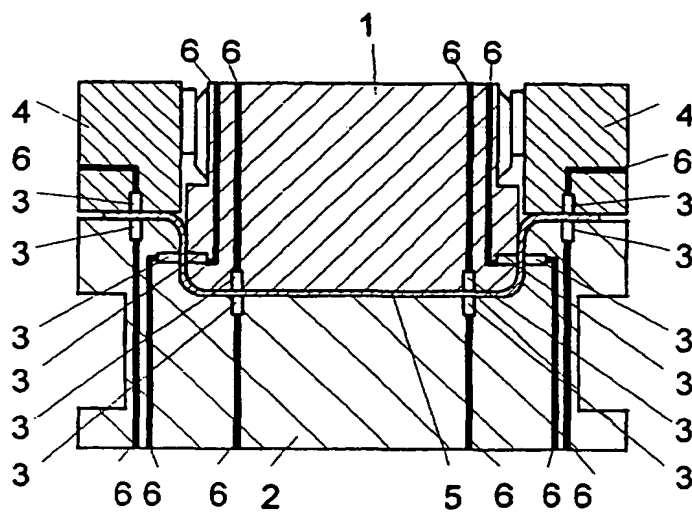


Fig. 1

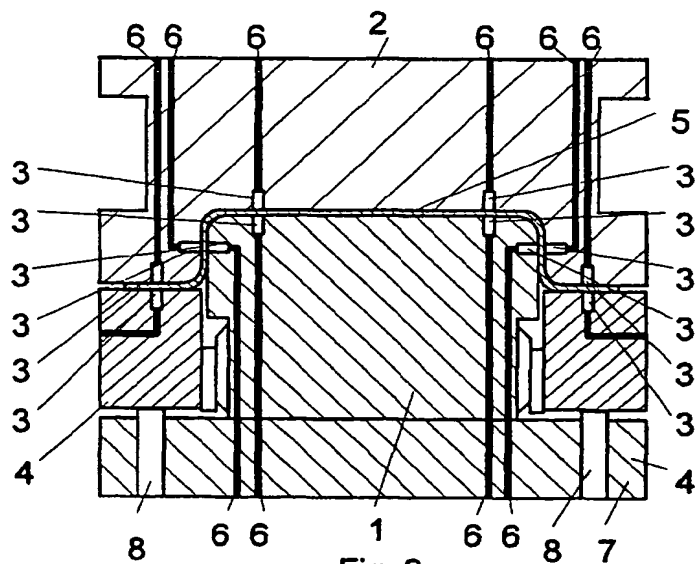


Fig. 2

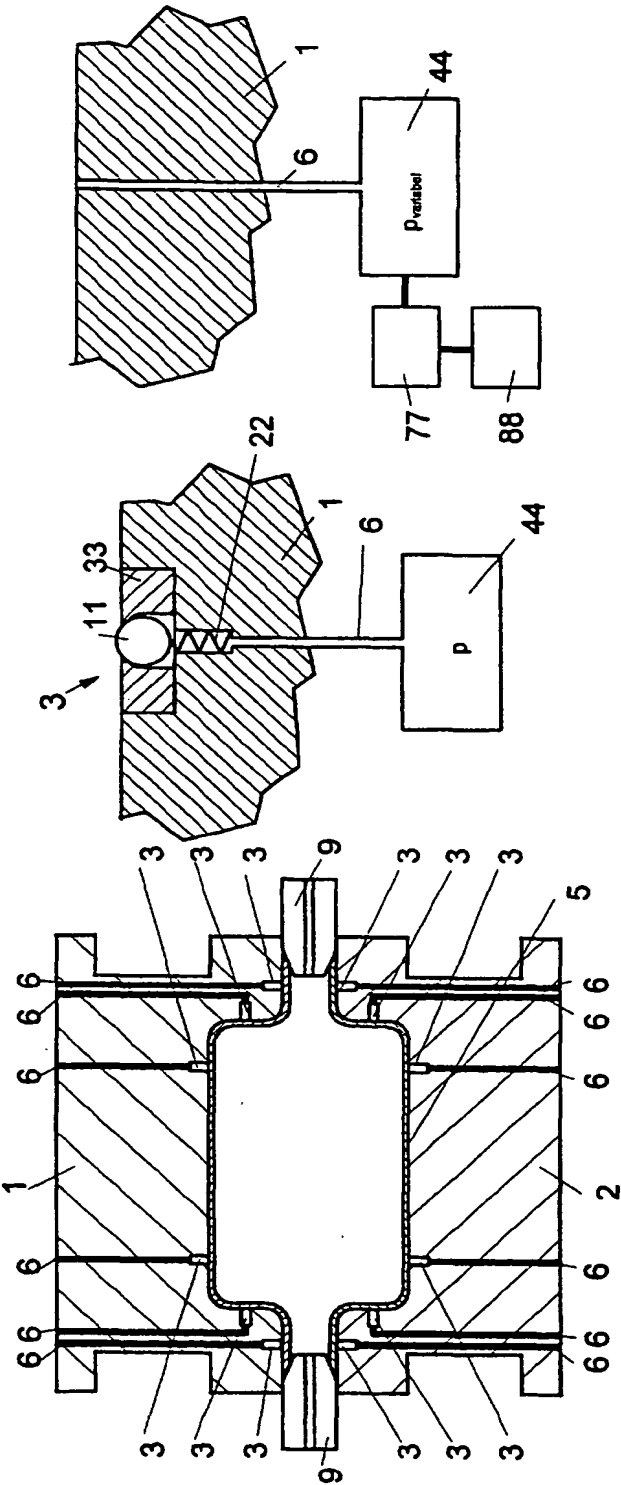


Fig. 5

Fig. 4

Fig. 3